

ワイヤロープウインチ式開閉装置の 訓練用教材について

寺田 一秋¹

¹近畿地方整備局 近畿技術事務所 技術活用・人材育成課 (〒573-0166大阪府枚方市山田池北町11-1)

社会インフラの維持管理をめぐっては、老朽化の進行、現場の担い手不足等が喫緊の課題となっている。特に河川用ゲート設備は設置後30～40年を経過する設備が増加しており、効果的な維持管理が重要となっている。これら設備を維持管理するには経験・知識が必要になるが、経験豊富な団塊世代の退職による若手技術者への技術力の継承不足が懸念されている。

今回、若手技術者の維持管理力の向上を目的とし、水門設備の訓練用教材等について開発したので紹介するものである。

キーワード 水門設備, ワイヤロープウインチ式, シミュレーション, 訓練用教材

1. はじめに

日本の社会資本ストックは高度経済成長期に集中的に整備され、今後急速に老朽化が進行することが懸念されている。今後20年間で、建設後50年以上経過する施設の割合が急速に高くなる見込みであり、老朽化するインフラを計画的に維持管理・更新する必要がある。

「国土交通省インフラ長寿命化（行動計画）」（現行：2014年度～2020年度）について、「事後保全」から「予防保全」への転換や新技術の活用、インフラの集約・再編の取組等を盛り込んだ内容として改定し、持続可能なメンテナンスの実現に向けた取組を推進している。

また、2020年12月11日に閣議決定された「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」に基づき、対策が促進されている。

2. 河川用ゲート設備の維持管理の状況について

近畿地方整備局管内の機械設備の多くは1970～1980年代に設置されているため、設置後40年経過している水門・樋門設備が多数あり、設備更新や大規模な修繕が必要となる施設数の増加が見込まれる。これら設備を維持管理するには経験・知識が必要になるが、経験豊富な団塊世代の退職による若手技術者への技術力の継承不足の懸念とともに、業務の多様化、人手不足により、若手技術者が現場に行く機会が少なくなっており、維持管理に関する技術力の低下が懸念されている。

また、老朽化に対応するための整備、修繕による設計思想の不統一化により、設備の維持管理が難しくなっている要因も見受けられる。

3. 水門・樋門設備の訓練用教材の開発

(1) 目的

河川用ゲート設備の維持管理上の課題を踏まえ、若手技術者の水門・樋門設備の維持管理に関する技術力を向上させ、水門・樋門設備を確実に操作、適切に点検・健全性を把握することを目的とした訓練用教材を開発する。

(2) 対象者

通常の水門・樋門設備の維持管理として、操作は操作員（自治体職員又は地域の協力者など）に委託し、点検は点検委託業者に委託していることから、対象者として若手の技術系職員、操作員及び点検委託業者を対象とし、構造、操作方法、点検方法、不具合対応など、それぞれに必要な技術力の基本的な部分について習得することをねらいとする（表-1）。

表-1 対象者と習得内容

若手の 技術系職員	<ul style="list-style-type: none"> 点検の基本習得 ゲート構造の基本習得 操作の基本習得 緊急対応の基本と応用の習得
若手の 点検委託業者	<ul style="list-style-type: none"> 点検の基本習得 ゲート構造の基本習得 緊急対応の基本習得
若手の操作員	<ul style="list-style-type: none"> 操作の基本習得 緊急対応の基本習得

(3) 対象設備の検討

近畿地方整備局管内における河川用ゲート設備の中で水門・樋門の占める割合は（図-1）約 85%であり，その中でワイヤロープウインチ式開閉装置とラック式開閉装置は 83%を占めている（図-2）．これらのことから訓練用教材の対象設備としては，数が多いワイヤロープウインチ式開閉装置の水門設備とラック式開閉装置の樋門設備とすることにした．ラック式開閉装置の訓練用教材については，2017 年に製作し，現在，研修にて活用しているため，今回はワイヤロープウインチ式開閉装置の訓練用教材を主に紹介する．

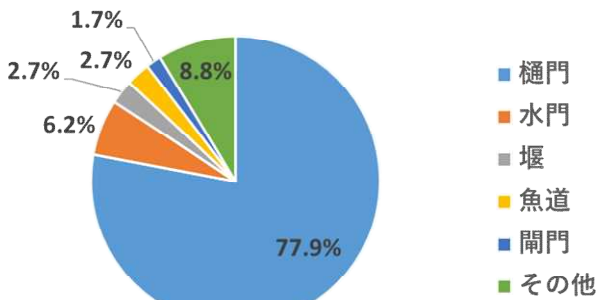


図-1 管内の河川用ゲート設備の区分

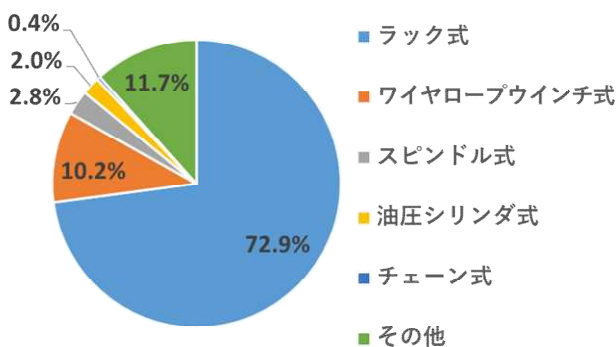


図-2 管内の水門・樋門の開閉装置型式の割合

4. ワイヤロープウインチ式開閉装置訓練用教材

(1) ワイヤロープウインチ式開閉装置訓練用教材の検討

ワイヤロープウインチ式開閉装置における操作，点検及び不具合対応の訓練の研修内容については次の観点により教材の検討を行った．

- ①操作：通常操作方法と設備不具合時の緊急操作方法
- ②点検：近畿地整管内過去3ヶ年の点検において点検方法，健全性評価にばらつきが多く見られる点検箇所
- ③設備不具合対応：近畿地整管内の過去3ヶ年の点検報告において不具合の多い項目
- ④上記②，③のうち重要な機器（致命的な機器・部

品)

上記の観点より，研修とする項目，内容を点検結果から抽出し整理した．

(2) ワイヤロープウインチ式開閉装置の検討・詳細設計

当事務所にワイヤロープウインチ式開閉装置の実物大を設置することは大きな設備となり困難であること，また，各ゲート設備で構造や操作システムが異なることから，大規模及び多様な構造がある扉体，戸当り，開閉装置については，シミュレーションソフトにより構築し，実操作をする操作盤については実物大の模擬機とした．システム構成を図-3 に示す．操作盤を操作することによりパソコン内のゲート設備が稼働し，その映像をモニターやプロジェクタにより映すことにより確認する．

不具合対応時については，操作盤の故障ランプが点灯し，パソコン内のゲートが稼働停止し，復旧対応を行う．

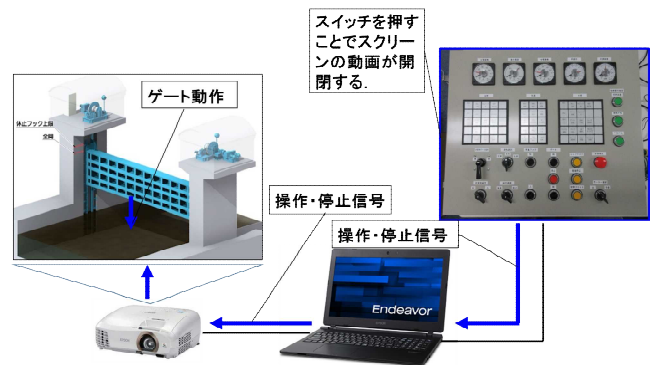


図-3 システム構成

ワイヤロープウインチ式開閉装置の仕様として，以下のとおりとした．

- ・シミュレーションソフト内構築
 - 扉体：プレートガード式ローラゲート
 - 開閉装置：ワイヤロープウインチ式開閉装置
1M1D, 1M2D, 2M2D (切替可) (図-4)
 - 水密方式：後面ゴム水密
 - ・実物大製作
 - 操作盤：PLC 制御方式
 - ・操作方法
 - 通常開閉操作，自重降下操作，休止操作，非常時操作
 - ・点検項目（表-2）
 - ワイヤロープ素線切れの確認，減速機のギヤの歯当り測定，油圧押上式制動機の点検（ブレーキ，油管理）など．
- 訓練用教材の概要を図-5 に示す．

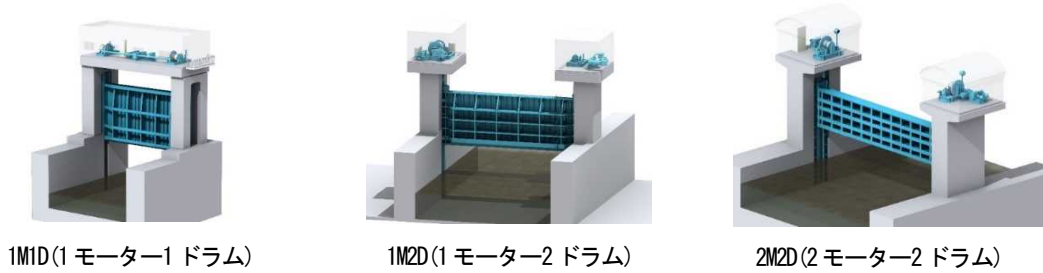


図4 ワイヤロープウインチ式開閉装置の形式

通常操作

通常操作として、開・閉・停止ボタンを押すことにより動画が開閉動作する。動画に連動して、表示灯の点灯及び電圧計・電流計・開度計も動作する。

故障時の緊急対応

ロープ過負荷・ロープ弛みの故障が発生した際に故障箇所を確認するためのボタンを設けた。

非常時操作

非常時操作を入にすることで、3E・接点溶着以外の故障時の開閉操作を行う。開閉のスイッチは手を離すと停止するようスプリングリターン式としている。

側部戸当り状況 (ロープ過負荷時に発生)

下部戸当り状況 (ロープ弛み時に発生)

休止操作

操作選択スイッチを常用から休止にすることにより、全開から休止上限まで上昇する。無動力式の場合は、実際に撮影した動画により動作を学ぶ

ゲート傾斜異常時操作

ゲート傾斜異常が発生した際に同調装置が右上がり又は左上がり側にふれるため左岸・右岸の単独操作ができるようにした。

予備モータによる操作

主・予備の切換を行うことで、予備モータによる動作を行う。

左岸側が上側にずれている場合同調装置が左にふれる

右岸側が上側にずれている場合同調装置が右にふれる

予備モータ

図5 訓練用教材の概要

表-2 ワイヤロープウインチ式開閉装置の点検内容の一例

No	点検項目	部位	点検内容
1	点検 ワイヤロープ 素線切れ、計測	ワイヤロープ	・ワイヤロープ素線切れを再現 ・素線切れの測定、ワイヤロープ径を測定
2	点検 減速機、歯当り・ バックラッシュ	大歯車 小歯車	・ギヤのバックラッシュ、歯当りを測定
3	点検 油圧押し式制動機	油圧押し式制動機	・油圧押し式制動機の点検（ブレーキ、油管理）

(3) ワイヤロープウインチ式開閉装置操作盤の検討・詳細設計

操作盤は不具合対応時に実際操作することを想定して実物を製作した（図-6）。製作した訓練用教材について、講習で実際の動作に近い形で不具合を発生させることで研修効果を高めることとした。

盤内の故障箇所や操作する内容を表-3に示す。

これらの訓練用教材は、持ち運び可能なため、近畿技術事務所以外でも訓練が可能である。

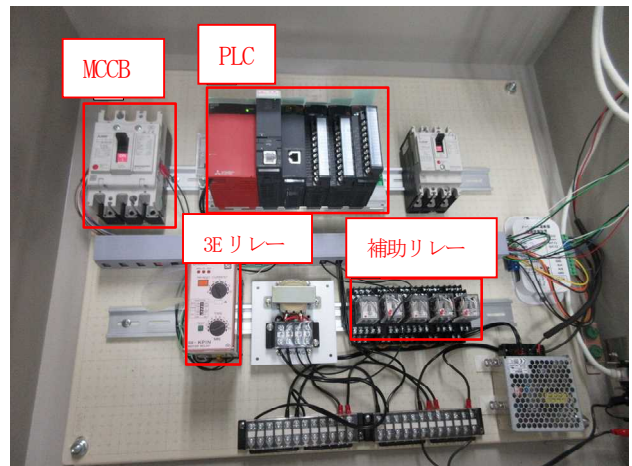


図-6 盤内の内部機能

表-3 盤内のパーツ

項目	写真	研修概要	期待できる効果
MCCB		・MCCBトリップの故障模様に連動して、MCCBを自動でトリップさせる。 ・自動トリップ後、復旧させる訓練を行う。	・実際に近い状態で発生させることができ、リアリティがある。 ・ブレーカーの復旧方法を習得可能。
3Eリレー		・3Eの発生をPCにより発生させ、復旧させる訓練を行う。	・3Eがなぜ発生したかを、実際の操作を行いながら学ぶことができる。
補助リレー		・補助リレーの取替えを行う。	・リレーの取替え方法を学ぶことができる。
PLC		・PLCの故障をPCから発生させ、盤面に表示させる。 ・バッテリーの交換を行う。	・実際に近い状態でPLC故障が発生でき、対応方法を習得できる。 ・バッテリーの取替え方法を学ぶことができる。

5. シミュレーション訓練での課題について

(1) 課題

前項で紹介したシミュレーションのワイヤロープウインチ式開閉装置訓練用教材では、鋼構造の扉体、戸当り部分については点検等の体験ができない。これらの体験できない項目については 2017 年に製作したラック式開閉装置を活用して訓練を行うこととした。これにより、水門・樋門設備の全ての部分についての訓練ができることとなる。

(2) ラック式開閉装置訓練用教材

一般的な河川用ゲートの仕様とし、以下のとおりとした。

- 扉体：鋼製ローラーゲート
- 開閉装置：電動ラック式
- 純径間×高さ：1.2 m × 2 m
- 機側操作盤：屋外自立型（リレー制御方式）

ラック式開閉装置の訓練内容を図-7に示す。

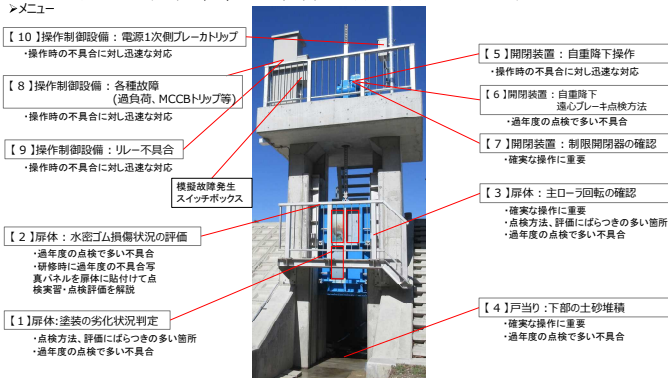


図-7 ラック式開閉装置の訓練内容

6. 水門設備操作・点検の訓練について

2021 年の 11 月末、12 月末の 2 回、大阪府内の河川事務所の若手機械職員を対象に、訓練用教材の検証及び改良を行う意見照会のための試演会（参加者：計 10 名）を行った。

試演会における参加者の意見として、「どのような状態になれば復旧状態かわからなかった。」などがあつた。これについては、不具合発生時に画面に不具合内容を表示、復旧完了時に「復旧完了」と表示するように改良した。正常に動いている時には「正常動作中」と画面表示する改良を行った。

試演会での意見とその対応を表-4 に示す。また試演会での意見を受けて、新たに操作盤内の機器の改良を行い、漏電を PC により発生させる漏電リレー、実際の盤内のイメージをつかむためにタイマや電子接触器を追加した。

今後更なる有効な講習を行えるようにしていく必要があり、研修実施により改良が必要な点については見直しを行ってきたい。

表-4 改良の検討結果概要

項目	No.	意見内容	対応内容
ハード部分	1	パーツの取り付け	購入機器の調査 購入手続き 制御盤への取り付け 購入機器の調査
	2	漏電リレー取り付け・制御	購入手続き 動作テスト 制御盤への取り付け 設置方法の検討 発点用画像の作成
	3	カメラの設置案作成	設置方法の検討 発点用画像の作成
	4	扉開閉のスムーズ化	素材購入 取り付けテスト
アプリ部分	5	不具合・故障発生時のテキストをメイン画面に表示	画面上部に故障内容をテキスト表示する。 ゲート傾斜異常自動修正中は点滅させる。
	6	故障箇所テキスト表示	故障箇所を拡大した際に、異常がある箇所は内容を記載。 異常がない箇所は、異常なしと記載する。
	7	タイマー故障追加	タイマーの故障を想定した不具合を追加。 【通常】停止ボタンを押してもゲートが動き続けて、1秒後に検点着落が発生しMCCBが自動でトリップして強制的に停止させる。 【故障時】タイマーが壊れている場合は停止ボタンが押し続けてもゲートが動き続けて止まらないため非常停止ボタンを押して強制的に止めることとする。
	8	3E動作アナログ計（電流）の自動修正	3E動作が発生する際に電流が上昇しゲートが停止するよう改良する。
	9	非常操作の修正	不具合発生時でも非常操作可能とした。（MCCBトリップ、検点着落、非常停止、3E動作、ブレーキ過負荷、電動機故障を除く）
	10	漏電リレーを動作させる	故障「制御盤電」「動力漏電」から、漏電リレーを動作させる 動作した後、リセットボタンを押下できる リセットボタンの状況がアプリに返ってくる 起動時にOFFになっていた場合、メッセージが表示される
	11	土砂堆積故障の角度計の値を修正	ロープ地み（土砂堆積）時の角度が0になっていたため、20cm程度に修正
	12	ロープ地み・過負荷、ランプ点灯片側のみ	ロープ地みは過負荷が発生した際に片側だけ表示を点灯させる
	13	自動傾斜修正の追加	不具合内容に、ゲート傾斜異常（自動修正）を追加し、一定の傾斜を超えたと自動で修正する機能を追加する。
	14	流木かみ込み画像（ゲート上部）を作成	ロープ過負荷故障時の流木噛み込み位置を修正。
	15	角度に応じた故障箇所の画像パターン作成と表示	角度 1m 以上 「下部戸当たりのみ表示、扉体の図は無し」←追加 角度 1m 未満 「扉体が水に浸かっているような状態」←現状
16	ゲート傾斜異常での矢印追加	閉動作中：「片方のみ、ゲート下方側に動いている矢印を示す」 開動作中：「片方のみ、ゲート上方側に動いている矢印を示す」 操作盤の運転選択で、左右のどちらかを選択している際、選択方向を画面に表示 右運転選択時：「右側選択」 左運転選択時：「左側選択」	

7. まとめ

昨今、急激な降雨となることが多くあるとともに、設備の老朽化による健全性の低下が危ぶまれている。そのため、確実な水門・樋門操作、維持管理の重要性はさらに増していく。今後、これら設備を適切に維持管理していくためには若手技術者の維持管理技術の習得は重要である。近畿技術事務所では若者の技術力向上を目的として、実際に見て、触ることができ、危機などに対する疑似体験できるワイヤロープウインチ式の訓練用教材を開発した。ラック式開閉装置訓練用教材は、固定されているため近畿技術事務所での研修となるが、ワイヤロープウインチ式開閉装置は、出前講座として講習を開催することが可能である。

今後は講習会・研修会で活用していくことにより、若手技術者の技術力の向上を図るとともに、アンケート等の意見をもとに訓練用教材の更なる改善を行い、研修を重ね、維持管理の技術習得の一助としたい。

参考文献

- 1) 論文：中安孝太，訓練用ゲート設備を用いた樋門の維持管理技術の習得，令和元年度近畿地方整備局研究発表会論文集，2019年。